

# הוראת המערכה המחזורית

**חנין בשארה**

תיכון טירה על שם א. קאסם, ותיכון ג'לג'וליה

**רחל ממלוק-נעמן**

המרכז הארצי למורי הכימיה, המחלקה להוראת המדעים,  
מכון ויצמן למדע

[B\\_hanin@live.com](mailto:B_hanin@live.com)

[rachel.mamluk@weizmann.ac.il](mailto:rachel.mamluk@weizmann.ac.il)

# מטרה

**להציג בפני התלמידים את חשיבות הטבלה המחזורית ואת ההיבטים שלה:**

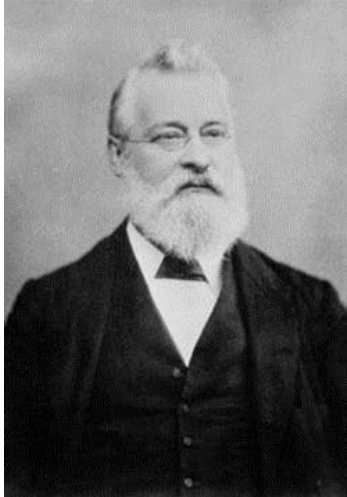
**היבט היסטורי** - מחקרי - דוגמה לדרך בה מדענים מחפשים שיטה לעיבוד וארגון מידע המתקבל מתצפיות

**היבט כימי** - על פי הטבלה שנבנתה, ניתן היה לחזות את תכונותיהם של יסודות שעדיין לא התגלו ובכך להקל על מציאתם וגילויים של יסודות חדשים.

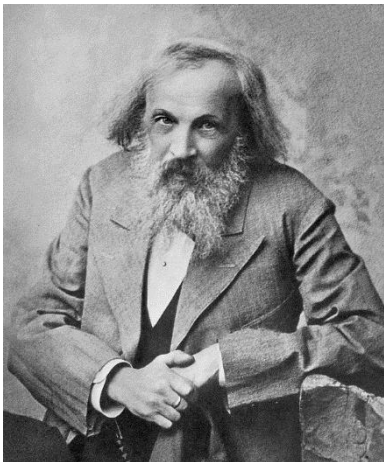
**היבט היסטורי מחקרי - דוגמה לדרך בה מדענים מחפשים שיטה  
לעיבוד וארגון מידע המתקבל מתצפיות**

היבט כימי - על פי הטבלה שנבנתה, ניתן היה לחזות את  
תכונותיהם של יסודות שעדיין לא התגלו ובכך להקל על מציאתם  
וגילויים של יסודות חדשים.

# דיון התפתחות של תגליות במדע ובעבודת המדען



ניולנדס (Newlands), פרופסור בלונדון קולג' הציע ב-1864 את הטבלה המחזורית של היסודות לפי משקלם האטומי. לפיכך, היסוד השמיני מתנהג כמין התו השמיני באוקטבה. הגזים האצילים טרם התגלו. מחקרו לא התקבל על-ידי החברה האנגלית לכימיה.



מנדלייב הוציא לאור לראשונה את הטבלה המחזורית ב-1869, וגרסה משופרת ב-1871. גדולתו הייתה בכך, שהוא הטיל ספק בכמה מהתכונות המדודות, וגם השאיר מקום בטבלה ליסודות שטרם התגלו.

**אולם, היו ניחושים מוצלחים, והיו כאלה שלא התאמתו.**

# הטבלה המחזורית של ניולנדס, 1864

No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
H 1	F 8	Cl 15	Co & Ni 22	Br 29	Pd 36	I 42	Pt & Ir 50	
Li 2	Na 9	K 16	Cu 23	Rb 30	Ag 37	Cs 44	Os 51	
G 3	Mg 10	Ca 17	Zn 24	Sr 31	Cd 38	Ba & V 45	Hg 52	
Bo 4	Al 11	Cr 19	Y 25	Ce & La 33	U 40	Ta 46	Tl 53	
C 5	Si 12	Ti 18	In 26	Zr 32	Sn 39	W 47	Pb 54	
N 6	P 13	Mn 20	As 27	Di & Mo 34	Sb 41	Nb 48	Bi 55	
O 7	S 14	Fe 21	Se 28	Ro & Ru 35	Te 43	Au 49	Th 56	



# הטבלה המחזורית הראשונה של מנדלייב

			Ti = 50	Zr = 90	? = 180
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198
		Ni =	Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199
			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200
H = 1	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	J = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

# התפתחות הטבלה המחזורית של מנדלייב

©NCSSM 2002

**Periodic Table of Elements**  
based on Mendeleev's Periodic Law

0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
He 4.00	H 1.01	Li 6.94	Be 9.01	B 10.8	C 12.0	N 14.0	O 16.0	F 19.0			
Ne 20.2	Na 23.0	Mg 24.3	Al 27.0	Si 28.1	P 31.0	S 32.1	Cl 35.5				
Ar 40.0	K 39.1	Ca 40.1	Sc 45.0	Ti 47.9	V 50.9	Cr 52.0	Mn 54.9	Fe 55.9	Co 58.9	Ni 58.7	
	Cu 63.5	Zn 65.4	Ga 69.7	Ge 72.6	As 74.9	Se 79.0	Br 79.9				
Kr 83.8	Rb 85.5	Sr 87.6	Y 88.9	Zr 91.2	Nb 92.9	Mo 95.9	Tc (99)	Ru 101	Rh 103	Pd 106	
	Ag 108	Cd 112	In 115	Sn 119	Sb 122	Te 128	I 127				
Xe 131	Ce 133	Ba 137	La 139	Hf 179	Ta 181	W 184	Re 180	Os 194	Ir 192	Pt 195	
	Au 197	Hg 201	Tl 204	Pb 207	Bi 209	Po (210)	At (210)				
Rn (222)	Fr (223)	Ra (226)	Ac (227)	Th 232	Pa (231)	U 238					

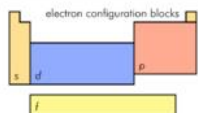
Dobereiner's triads
  Known to Mendeleev
  Lanthanide series
  Actinide series
  Known to Ancients

# הטבלה המחזורית (ללא שמות היסודות החדשים)

The Periodic Table of the Elements

Legend:

- alkali metals
- alkaline metals
- other metals
- transition metals
- lanthanoids
- actinoids
- metalloids
- nonmetals
- halogens
- noble gases
- unknown elements
- radioactive elements have masses in parenthesis

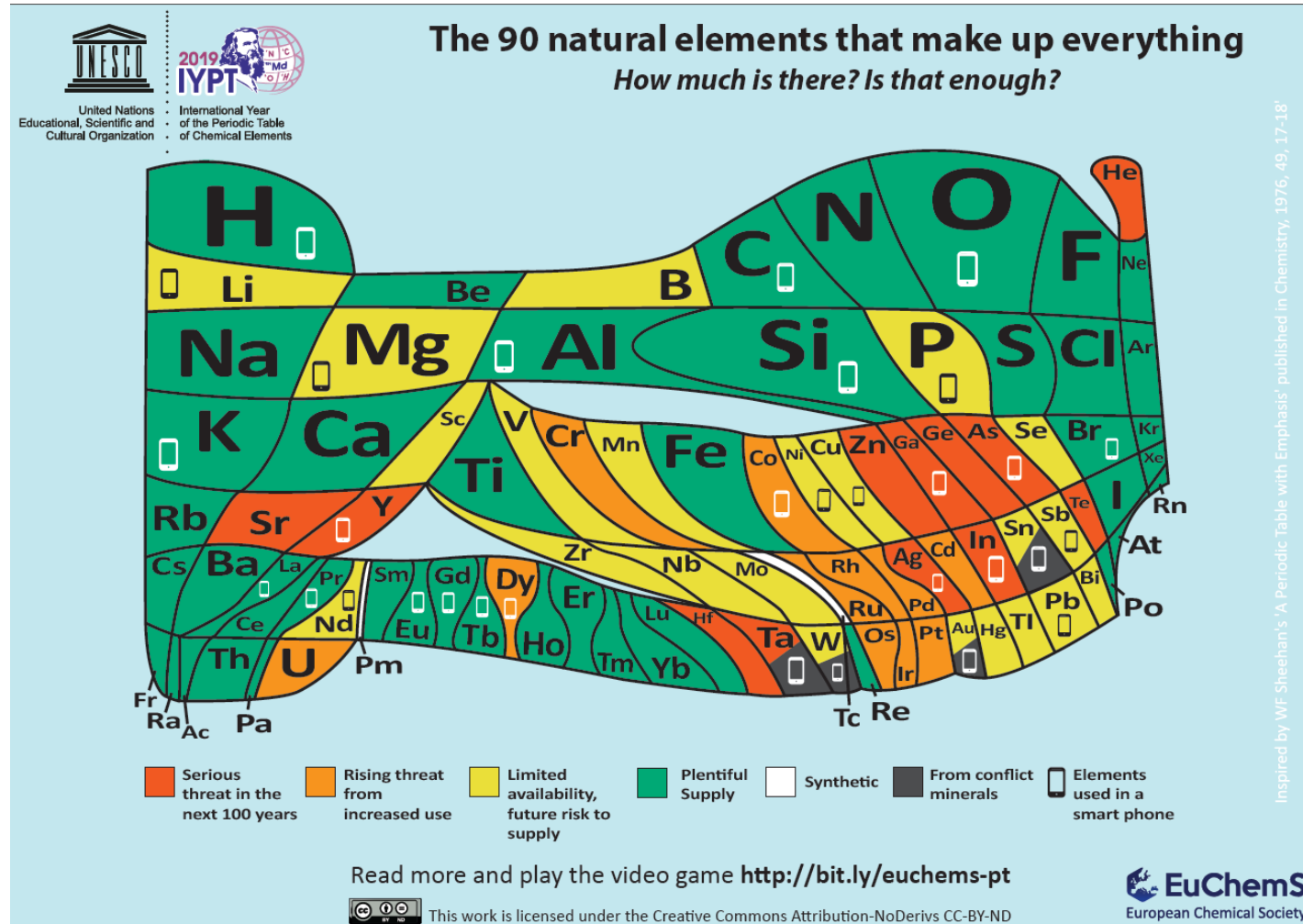


- notes
- as of yet, elements 113-118 have no official name designated by the IUPAC.
  - 1 kJ/mol = 96.485 eV.
  - all elements are implied to have an oxidation state of zero.

138.9054 57 Lanthanum [Xe] 5d <sup>1</sup> 4f <sup>0</sup>	140.116 58 Cerium [Xe] 4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup>	140.9076 59 Praseodymium [Xe] 4f <sup>3</sup>	144.242 60 Neodymium [Xe] 4f <sup>4</sup>	[145] 61 Promethium [Xe] 4f <sup>5</sup>	150.36 62 Europium [Xe] 4f <sup>6</sup>	151.964 63 Gadolinium [Xe] 4f <sup>7</sup> 5d <sup>1</sup>	157.25 64 Terbium [Xe] 4f <sup>9</sup>	158.9253 65 Dysprosium [Xe] 4f <sup>10</sup>	162.500 66 Holmium [Xe] 4f <sup>11</sup>	164.9303 67 Erbium [Xe] 4f <sup>12</sup>	167.259 68 Thulium [Xe] 4f <sup>13</sup>	168.9342 69 Ytterbium [Xe] 4f <sup>14</sup>	173.054 70 Lutetium [Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>1</sup>
[227] 89 Actinium [Rn] 5f <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>	232.0380 90 Thorium [Rn] 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup>	231.0358 91 Protactinium [Rn] 5f <sup>2</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	238.0289 92 Uranium [Rn] 5f <sup>3</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	[237] 93 Neptunium [Rn] 5f <sup>4</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	94 Plutonium [Rn] 5f <sup>6</sup> 7s <sup>2</sup>	[243] 95 Americium [Rn] 5f <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>	[247] 96 Curium [Rn] 5f <sup>8</sup> 7s <sup>2</sup>	[247] 97 Berkelium [Rn] 5f <sup>9</sup> 7s <sup>2</sup>	[251] 98 Californium [Rn] 5f <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup>	[252] 99 Einsteinium [Rn] 5f <sup>11</sup> 7s <sup>2</sup>	[257] 100 Fermium [Rn] 5f <sup>12</sup> 7s <sup>2</sup>	[258] 101 Mendelevium [Rn] 5f <sup>13</sup> 7s <sup>2</sup>	[259] 102 Nobelium [Rn] 5f <sup>14</sup> 7s <sup>2</sup>



# The EuChemS Periodic Table depicting element scarcity was unveiled and discussed at a EuChemS event in the European Parliament on Tuesday 22nd January 2019



90 יסודות טבעיים

Pm פרומטיאום Tc טכנציום

מלאכותיים - מסומנים בלבן

# כנס חנוכה, המרכז הארצי למורי הכימיה, דצמבר 2018



היבט היסטורי - מחקרי - דוגמה לדרך בה מדענים מחפשים שיטה לעיבוד וארגון מידע המתקבל מתצפיות

היבט כימי - על פי הטבלה שנבנתה, ניתן היה לחזות את תכונותיהם של יסודות שעדיין לא התגלו ובכך להקל על מציאתם וגילויים של יסודות חדשים:

אלו יסודות התגלו? איך מוגדר יסוד? מיהו היסוד החשוב ביותר? קישור לסרטונים אינטראקטיביים; בינגו הטבלה המחזורית.

- <https://www.youtube.com/watch?v=fPnwBITSmgU>

<https://iupac.org/iupac-is-naming-the-four-new-elements-nihonium-moscovium-tennessine-and-oganesson/>

**IUPAC (International Union for Pure and Applied Chemistry) is naming the four new elements Nihonium, Moscovium, Tennessine, and Oganesson**

8 June 2016

**IUPAC is naming the four *new* elements Nihonium, Moscovium, Tennessine, and Oganesson**

Following [earlier reports](#) that the claims for discovery of these elements have been fulfilled [1, 2], the discoverers have been invited to propose names and the following are now disclosed for public review:

- **Nihonium** and symbol **Nh**, for the element **113**
- **Moscovium** and symbol **Mc**, for the element **115**
- **Tennessine** and symbol **Ts**, for the element **117**
- **Oganesson** and symbol **Og**, for the element **118**
- <https://www.youtube.com/watch?v=h9bzQIsQMAI>

# טבלה מחזורית של היסודות

1 H מימן 1.008																	2 He הליום 4.003
3 Li ליתיום 6.941	4 Be בריליום 9.0121											5 B בור 10.811	6 C פחמן 12.0107	7 N חנקן 14.0067	8 O חמצן 15.9994	9 F פלואור 18.9984	10 Ne ניאון 20.180
11 Na נתרן 22.990	12 Mg מגנזיום 24.305											13 Al אלומיניום 26.9815	14 Si צורן 28.0855	15 P זרחן 30.9737	16 S גפרית 32.065	17 Cl כלור 35.453	18 Ar ארגון 39.948
19 K אשלגן 39.098	20 Ca סידן 40.078	21 Sc סקנדיום 44.9559	22 Ti טיטניום 47.867	23 V ונדיום 50.9415	24 Cr כרום 51.9961	25 Mn מנגן 54.938	26 Fe ברזל 55.845	27 Co קובלט 58.9331	28 Ni ניקל 58.6934	29 Cu נחושת 63.546	30 Zn אבץ 65.38	31 Ga גליום 69.723	32 Ge גרמניום 72.64	33 As ארסן 74.9216	34 Se סלניום 78.96	35 Br ברום 79.904	36 Kr קריפטון 83.789
37 Rb רובידיום 85.468	38 Sr סטרונציום 87.62	39 Y איטריום 88.9058	40 Zr זרקוניום 91.224	41 Nb ניאוביום 92.9063	42 Mo מוליבדן 95.96	43 Tc טכנציום [98]	44 Ru רוותניום 101.07	45 Rh רודיום 102.9055	46 Pd פלדיום 106.42	47 Ag כסף 107.8682	48 Cd קדמיום 112.411	49 In אינדיום 114.818	50 Sn בדיל 118.71	51 Sb אנטימון 121.76	52 Te טלור 127.6	53 I יוד 126.9044	54 Xe קסנון 131.294
55 Cs צזיום 132.905	56 Ba בריום 137.327	57-71 לנטנידים	72 Hf הפניום 178.49	73 Ta טנטלום 180.9478	74 W טונגסטן 183.84	75 Re רניום 186.207	76 Os אוסמיום 190.23	77 Ir אירידיום 192.217	78 Pt פלטינה 195.084	79 Au זהב 196.9665	80 Hg כספית 200.59	81 Tl תליום 204.3833	82 Pb עופרת 207.2	83 Bi ביסמוט 208.9804	* 84 Po פולוניום [209]	* 85 At אסטטין [210]	* 86 Rn רדון 222.018
87 Fr פרנציום [223]	* 88 Ra רדיום [226]	89-103 אקטינידים	104 Rf רותפורדיום [267]	* 105 Db דובניום [268]	* 106 Sg סיבורגיום [271]	* 107 Bh בוהריום [272]	* 108 Hs הסיום [270]	* 109 Mt מיטניום [276]	* 110 Ds דמששטיום [281]	* 111 Rg רנטגניום [280]	* 112 Cn קופרניקיום [285]	* 113 Nh ניהוניום [286]	* 114 Fl פלרוביום [289]	* 115 Mc מוסקוביום [288]	* 116 Lv ליברמוריום [293]	* 117 Ts טנסין [294]	* 118 Og אוגנסון [294]

6 ← מספר אטומי  
C ← סמל היסוד  
שם היסוד ← פחמן  
מסה מולרית (גרם מול) ← 12.0107

→ לנטנידים	57 La לנטום 138.9054	58 Ce ציום 140.116	59 Pr פרסיאודימיום 140.90765	60 Nd ניאודימיום 144.242	* 61 Pm פרומתיום [145]	62 Sm סמיום 150.36	63 Eu אירופיום 151.964	64 Gd גדוליניום 157.25	65 Tb טרביום 158.9253	66 Dy דיספרוסיום 162.5	67 Ho הולםיום 164.9303	68 Er ארביום 167.259	69 Tm תוליום 168.9342	70 Yb איטרביום 173.054	71 Lu לוטטיום 174.9668
→ אקטינידים	* 89 Ac אקטיניום [227]	* 90 Th תוריום 232.038	* 91 Pa פרוטאקטיניום 231.0358	* 92 U אורניום 238.0289	* 93 Np נפטוניום [237]	* 94 Pu פלוטוניום [244]	* 95 Am אמריקיום [243]	* 96 Cm קוריום [247]	* 97 Bk ברקליום [247]	* 98 Cf קליפורניום [251]	* 99 Es איינשטייניום [252]	* 100 Fm פרמיום [257]	* 101 Md מנדליביום [258]	* 102 No נובליום [262]	* 103 Lr לורנציום [262]

מקרא: **Li** מוצק **Hg** נוזל **H** גז מלאכותיים יסודות רדיואקטיבים גזים אקטיניים להגנים אל מתכות מתכות אלקליות אלקליות למחצה מתכות עפרוריות לנטנידים מתכות מעבר מתכות אחרות

עריכה ותרגום: המרכז הארצי למורי הכימיה, מכון ויצמן למדע, תשע"ט

# פעילויות הקשורות לטבלה המחזורית

Periodic Table of the Elements

Atomic Number: 1     1     H     1.008     Hydrogen

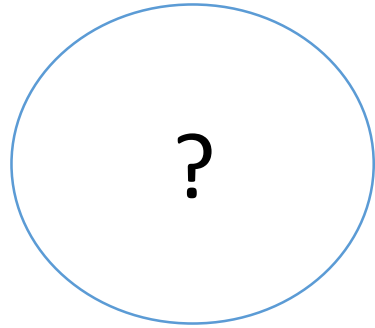
Name: Hydrogen     Atomic Weight: 1.008

Group of Hydrogen in the periodic table: 1     Period: 1     Block: s-block

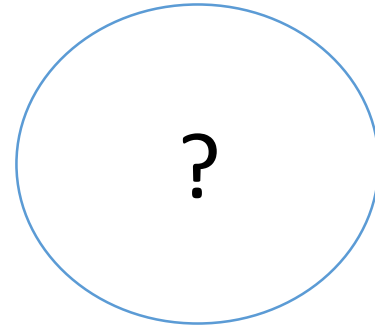
Classification by the most common oxidation state of the element:     Metalloids: 1     Nonmetals: 1     Metalloids: 1     Nonmetals: 1     Metalloids: 1     Nonmetals: 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H	He																
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

# הצעות למשחקי קלפים (הצעה של ד"ר מרים כרמי)



הגז האציל הקל ביותר, חסר צבע וריח. שמו בלטינית פרושו שמש, רמז לתהליך היצירה שלו בשמש. מהווה 25% ממסת השמש.



מתכת אלקלית, רכה מאד. היסוד פעיל ולא נמצא כיסוד בטבע. מלחים של היסוד צובעים להבה באדום. משמש בתעשיית הסוללות והאלקטרוניקה. מקור השם הוא ממילה שבלטינית פרושה אבן ומכאן שמו בעברית "אבנן"







# Debate

## נושא: איזה יסוד הוא החשוב ביותר? הצעה של ד"ר מרים כרמי

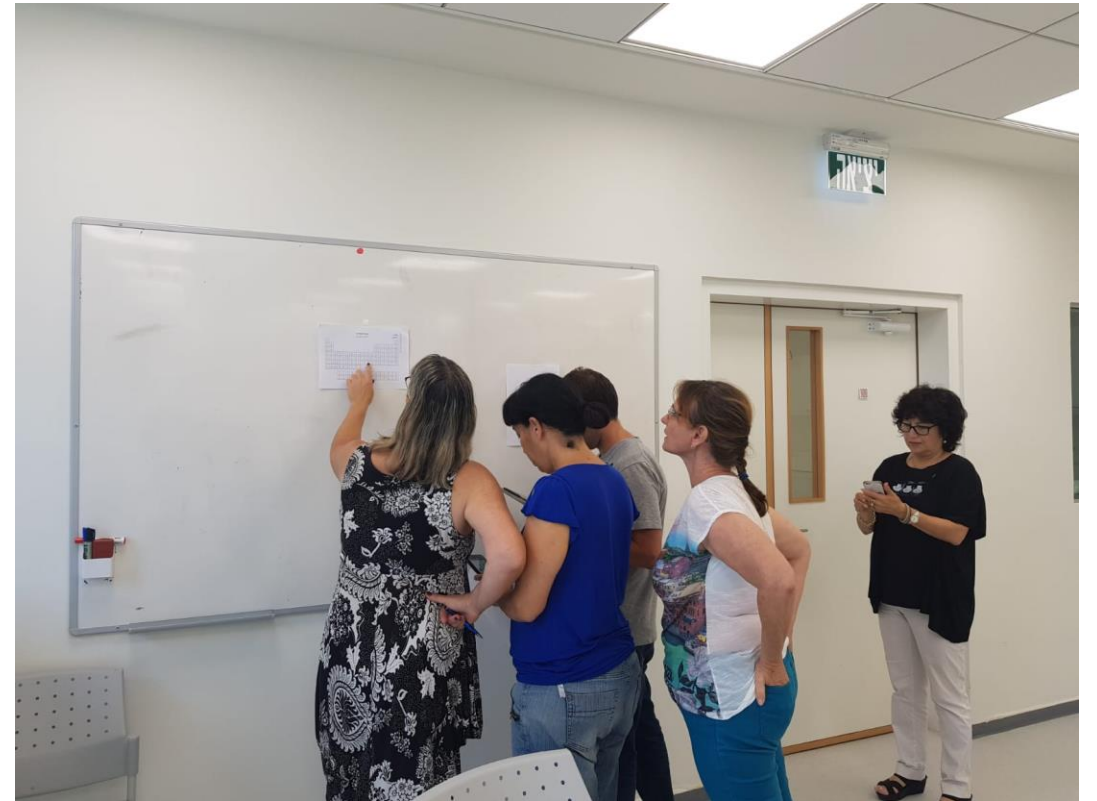
- מבנה מסודר
- נורמות של תרבות דיון
- אין להפריע לדובר בשום שלב
- להפנות שאלה בזמן המותר, תוך עמידה הרמת יד וקריאה: סליחה גבירתי או סליחה אדוני.
- הדובר רשאי לא להיענות לבקשה, תוך נפנוף היד בבקשה לשבת.

**אין לתקוף את הדוברים, אלא להתייחס לטיעונים שלהם!**

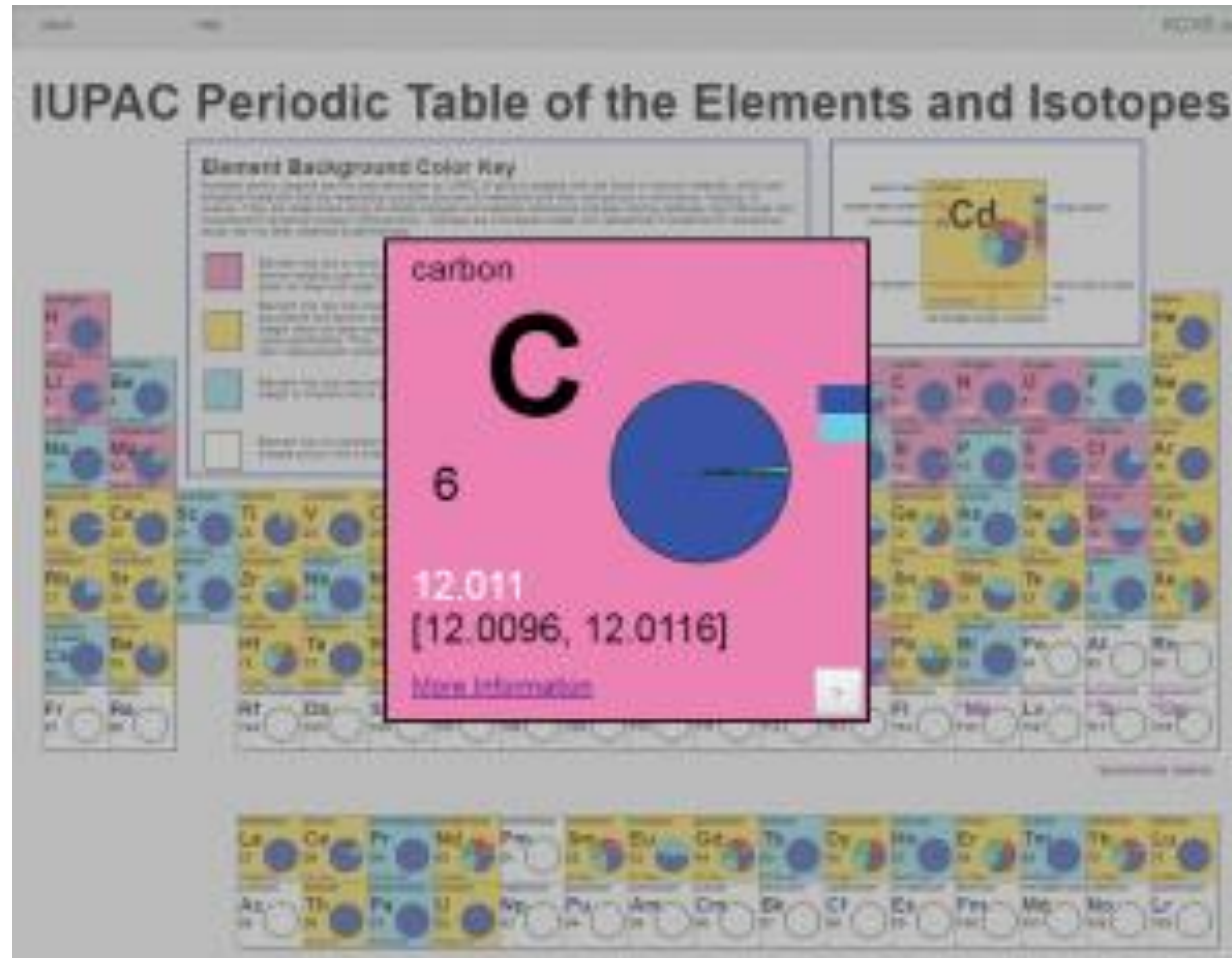
# בינגו הטבלה המחזורית

<b>B</b>	<b>I</b>	<b>N</b>	<b>G</b>	<b>O</b>	<b>B</b>	<b>I</b>	<b>N</b>	<b>G</b>	<b>O</b>
44 <b>Ru</b> Ruthenium 101.07	96 <b>Cm</b> Curium 247.070	22 <b>Ti</b> Titanium 47.867	103 <b>Lr</b> Lawrencium [262]	83 <b>Bi</b> Bismuth 208.980	12 <b>Mg</b> Magnesium 24.305	59 <b>Pr</b> Praseodymium 140.908	30 <b>Zn</b> Zinc 65.38	101 <b>Md</b> Mendelevium 258.1	49 <b>In</b> Indium 114.818
90 <b>Th</b> Thorium 232.038	75 <b>Re</b> Rhenium 186.207	70 <b>Yb</b> Ytterbium 173.055	33 <b>As</b> Arsenic 74.922	88 <b>Ra</b> Radium 226.025	34 <b>Se</b> Selenium 78.971	42 <b>Mo</b> Molibdenum 95.95	21 <b>Sc</b> Scandium 44.956	107 <b>Bh</b> Bohrium [264]	3 <b>Li</b> Lithium 6.941
93 <b>Np</b> Neptunium 237.048	12 <b>Mg</b> Magnesium 24.305		54 <b>Xe</b> Xenon 131.249	43 <b>Tc</b> Technetium 98.907	29 <b>Cu</b> Copper 63.546	111 <b>Rg</b> Roentgenium [272]		35 <b>Br</b> Bromine 79.904	109 <b>Mt</b> Meitnerium [268]
18 <b>Ar</b> Argon 39.948	23 <b>V</b> Vanadium 50.942	101 <b>Md</b> Mendelevium 258.1	1 <b>H</b> Hydrogen 1.008	69 <b>Tm</b> Thulium 168.934	66 <b>Dy</b> Dysprosium 162.500	98 <b>Cf</b> Californium 251.080	96 <b>Cm</b> Curium 247.070	113 <b>Uut</b> Ununtrium unknown	65 <b>Tb</b> Terbium 158.925
107 <b>Bh</b> Bohrium [264]	4 <b>Be</b> Beryllium 9.012	89 <b>Ac</b> Actinium 227.028	56 <b>Ba</b> Barium 137.328	71 <b>Lu</b> Lutetium 174.967	27 <b>Co</b> Cobalt 58.933	22 <b>Ti</b> Titanium 47.867	95 <b>Am</b> Americium 243.061	51 <b>Sb</b> Antimony 121.760	102 <b>No</b> Nobelium 259.101

# חפש את המטמון - פעילות שפותחה על-ידי חנין וראודה



# Isotopes Matter (Peter Mahaffy)



<https://www.isotopesmatter.com/>

# קסמי הטבלה המחזורית

Ga

כפית גליום ניתכת במים רותחים

**$T_m = 30^\circ\text{C}$**

[https://www.youtube.com/watch?v=fjm\\_gQmed-0](https://www.youtube.com/watch?v=fjm_gQmed-0)

Sn

• המדים של אנשי הצבא של נפוליאון לא נסגרו בקור

• מיכלי נפט עשויים מבדיל באנטארטיקה התפוררו

**בדיל הופך לצורה סיבית ונפחית בטמפרטורה נמוכה**

# רעיונות נוספים באתר של המרכז הארצי למורי הכימיה

<https://chemcenter.weizmann.ac.il/?CategoryID=1070&ArticleID=7386>

## • מיצג



- גילוי יסודות ותכונותיהם –  
אפליקציה בטלפון חכם  
לפעילות כיתה

- אמור לי מי שכניך ואומר לך מי אתה

<sup>90</sup> <b>Th</b> Thorium	<sup>124</sup> <b>A</b> Adamantium	<sup>7</sup> <b>N</b> Nitrogen	<sup>19</sup> <b>K</b> Potassium		<sup>39</sup> <b>Y</b> Yttrium	<sup>8</sup> <b>O</b> Oxygen	<sup>92</sup> <b>U</b> Uranium
---------------------------------------	--	--------------------------------------	--	--	--------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

(c) Imntology.com

<http://www.Imntology.com/>